



2740

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 196 35 159 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 B 7/30**

②1 Aktenzeichen: 196 35 159.6  
②2 Anmeldetag: 30. 8. 96  
④3 Offenlegungstag: 5. 3. 98

DE 196 35 159 A 1

⑦1 Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

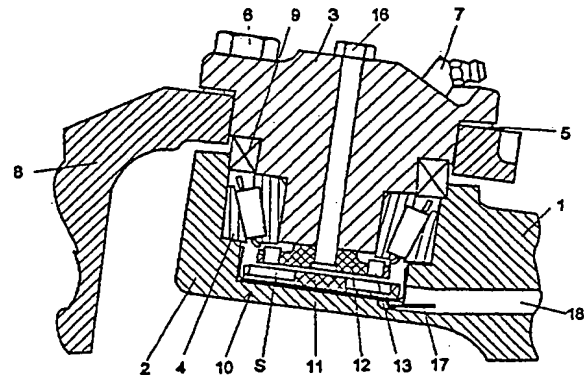
⑦2 Erfinder:  
Salg, Ditmar, 94121 Salzweg, DE; Windpassinger,  
Josef Hermann, 14167 Berlin, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 10 96 254  
DE 44 38 880 A1  
DE 40 25 210 A1  
DE 35 42 912 A1  
DE 26 13 739 A1

⑤4 Drehwinkelsensor

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Drehwinkelsensor (10); z. B. für eine gelenkte Fahrzeugachse im Bereich eines Achsschenkelbolzens (3), bei dem ein zweites Bauteil (12) mit geringem axialen oder radialen Spiel zu einem ersten Bauteil (11) drehbar geführt ist. Auf dem ersten Bauteil (11) sind Reedkontakte (S) angeordnet, die von Magneten (13, 14, 15) berührungsfrei geschaltet werden. Die Reedkontakte (S) und die Magnete (13, 14, 15) sind so dimensioniert und zueinander angeordnet, daß immer mindestens ein Reedkontakt (S) geschaltet ist. Durch die Reedkontakte (S) werden in einem Spannungsteiler zwischen diskreten Widerständen (R) Teilspannungen abgegriffen. Die Teilspannungssignale (U1) sind ein Maß für die Drehwinkelposition. Zur feineren Auflösung des gestuften Meßbereichs können mehrere Reihen von Reedkontakten (S) vorgesehen werden. Ferner können bei Meßbereichen kleiner als 180° weitere entsprechende Sektoren mit Reedkontakten (S) bestückt werden und von entsprechend phasenversetzten Magneten (13, 14, 15) geschaltet werden. Außerdem können durch eine abwechselnde Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen (R) Zwischenstufen gebildet werden.



DE 196 35 159 A 1

Die Erfindung betrifft einen Drehwinkelsensor mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Drehwinkelsensoren werden gebraucht, um Drehwinkelpositionen gelenkig oder drehbar miteinander verbundener Bauteile zu erfassen und die dabei gewonnenen Signale zu einem Anzeige- oder Steuergerät zu leiten. Sie werden entweder an den Bauteilen unmittelbar angebracht oder an anderen Bauteilen, die sich mit der Drehbewegung der erstgenannten Bauteile proportional oder sonstwie abhängig rotatorisch oder translatorisch bewegen.

In der Fahrzeugindustrie werden Drehwinkelsensoren eingesetzt, um den Lenkwinkel zu ermitteln, d. h. den Winkel, den die eingeschlagenen Räder mit einer Fahrzeuglängsachse bilden. Es ist bekannt die Drehwinkelsensoren im Bereich von Achsschenkelbolzen anzuordnen, mit denen Radnaben über Schwenklager an der Fahrzeugachse angelenkt sind. Sieht man von der geringen Neigung der Schwenkachse zur Senkrechten ab, dann ist der Drehwinkel des Schwenklagers annähernd gleich dem Einschlagwinkel der Räder.

Das Signal des Drehwinkelsensors kann für die Regelung und Steuerung einer durch eine Hilfskraft unterstützten Lenkung, eines geregelten Differentials, eines Antriebsmotors und Fahrzeuggetriebes dienen; aber es sind auch Anwendungen für Arbeitsmaschinen und -geräte möglich.

Es sind Drehwinkelsensoren bekannt, bei denen zwischen den relativ zueinander drehenden Bauteilen, z. B. einem Achsschenkelbolzen und einem mit der Fahrzeugachse verbundenem Gelenkgehäuse, ein Drehpotentiometer als Spannungsteiler angeordnet ist und ein drehwinkelabhängiges Teilspannungssignal erzeugt. Drehpotentiometer mit schleifenden Kontakten sind störanfällig, weil sie leicht verschleifen, oxidieren und durch Feuchtigkeit zu Kurzschlüssen führen. Deshalb müssen sie sorgfältig gegen Schmutz und Feuchtigkeit geschützt werden.

Fahrzeuge im landwirtschaftlichen oder bauseitigen Einsatz sind häufig extremen Schmutzbedingungen ausgesetzt; insbesondere in Schlamm, auf Baustellen, Reisfeldern usw. Bei Traktoren und fahrbaren Baumaschinen sind besonders die Schwenklager gefährdet, da in ihren Bereich die Räder erhebliche Mengen Schmutz hochwirbeln.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Drehwinkelsensoren zu schaffen, die für den Einsatz bei Traktoren und Baumaschinen geeignet, störunanfällig sind und eine gute Auflösung des Meßbereichs zulassen. Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Drehwinkelsensor nach der Erfindung verfügt über Reedkontakte, die vollständig gekapselt sind und berührungsfrei von einem oder mehreren Magneten berührungsfrei geschaltet werden. Dadurch werden je nach Drehwinkelposition ein oder mehrere Widerstände, die ebenfalls gekapselt sein können, in einem Spannungsteiler zugeschaltet, wodurch ein drehwinkelabhängiges Teilspannungssignal erzeugt wird.

Der Drehwinkel kann zwar nur in Stufen gemessen werden, jedoch reicht in vielen Fällen die durch die Baugröße der Reedkontakte und den zur Verfügung stehenden Einbauraum begrenzte stufenmäßige Auflösung des Meßbereichs aus.

Die Reedkontakte können enger zueinander angeordnet werden, wenn sie und die Magnete in Bauteilen

aus nichtmagnetisierbaren Werkstoffen angebracht sind, um Fehlschaltungen durch magnetische Störfelder zu vermeiden.

Die Bauteile, in denen sich die Reedkontakte bzw. die Magnete befinden können sowohl ebene Scheiben, die sich mit einem geringen axialen Abstand gegeneinander verdrehen, als zylinderförmige Bauteile sein, die sich mit einem geringen radialen Abstand aneinander vorbei bewegen. Ferner ist die Kombination beider Anordnungen möglich, so daß z. B. die Reedkontakte in einem topfförmigen Bauteil sowohl in dem scheibenförmigen Boden als auch in der zylinderförmigen Wand untergebracht sind. Dabei sind die einen Magnete axial und die anderen Magnete radial ausgerichtet.

In vielen Fällen wird der Bauraum nur eine Reihe von Reedkontakten zulassen. Ist jedoch eine mehrreihige Anordnung möglich, kann die Stufenauflösung verfeinert werden, indem die Reihen der Reedkontakte oder die zugehörigen Magnete phasenversetzt angeordnet werden.

Ist der erforderliche Meßbereich kleiner als  $180^\circ$ , wie dies beispielsweise beim Lenkwinkel eines Fahrzeugs der Fall ist, können in dem über den Meßbereich hinausgehenden Kreissektor zusätzlich Reedkontakte angeordnet werden, die von einem weiteren Magneten geschaltet werden. Die zusätzlichen Reedkontakte oder der weitere Magnet sind phasenversetzt angeordnet, so daß abwechselnd ein Reedkontakt des ersten Kreissektors und des weiteren Kreissektors geschaltet werden.

Bei kleineren Meßbereichen, z. B. von  $120^\circ$  oder  $90^\circ$ , sind mehrere zusätzliche Kreissektoren, nämlich zwei und drei, möglich, wodurch die Auflösung des Meßbereichs wesentlich verbessert wird.

Zur Verfeinerung der Auflösung wird ferner vorgeschlagen, daß der Spannungsteiler eine Anzahl in Reihe geschalteter Widerstände hat, zwischen denen drehwinkelabhängige Teilspannungssignale über parallel angeordnete Reedkontakte und nachfolgende parallel angeordnete Widerstände abgegriffen werden. Von Stufe zu Stufe werden alternierend die Reedkontakte einzeln oder zusammen mit einem Reedkontakt der nächsten Stufe geschaltet.

Hierzu werden mehrere Magnete phasenversetzt angeordnet und der Wirkungsbereich ihrer Magnetfelder entsprechend eingestellt.

Um die Magnete leichter justieren zu können, sind sie zueinander und/oder zu der Lage der Reedkontakte einzeln oder zusammen einstellbar.

In der Beschreibung und in den Ansprüchen sind zahlreiche Merkmale im Zusammenhang dargestellt und beschrieben. Der Fachmann wird die kombinierten Merkmale zweckmäßigerweise im Sinne der zu lösenden Aufgaben auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Teilquerschnitt durch ein Schwenklager einer Fahrzeugachse mit einem erfindungsgemäßen Drehwinkelsensor,

Fig. 2 eine schematische Anordnung von Reedkontakten auf einem scheibenförmigen Bauteil,

Fig. 3 eine Schaltung des Drehwinkelsensors,

Fig. 4 eine Abwicklung eines zylindrischen Bauteils mit Reedkontakten und

Fig. 5 eine schematische Anordnung von Reedkontakten bei einem Meßbereich kleiner als  $180^\circ$ .

Die gezeigte Schwenklagerung gehört zu einer nicht

näher dargestellten Lenkachse eines Traktors. Mit 1 ist eine Achsbrücke bezeichnet, die an ihren gabelförmigen Enden ein Gelenkgehäuse 2 bildet, von denen nur eins dargestellt ist. Das Gelenkgehäuse 2 nimmt ein Schwenklager 4 in Form eines Kegelrollenlagers auf, dessen innerer Lagerring auf einem mehrfach abgestuften Achsschenkelbolzen 3 sitzt.

Der Achsschenkelbolzen 3 steckt in einer Aufnahmebohrung eines Radnabenträgers 8 und ist mittels Schrauben 6 an dem Radnabenträger 8 befestigt. Mit einer Einstellscheibe 5 wird der Achsschenkelbolzen 3 eingestellt. Der Radnabenträger 8 ist um die Achse des Schwenklagers 4 schwenkbar an der Achsbrücke 1 gelagert.

Eine Kassettendichtung 9 dichtet den Spalt zwischen dem Achsschenkelbolzen 3 und dem Gelenkgehäuse 2 nach außen hin ab. Sie ist mit Fett gefüllt. Die Fettfüllung kann bei Bedarf über einen Schmiernippel 7 und eine Schmierbohrung im Achsschenkelbolzen 3 ergänzt oder erneuert werden.

Der Achsschenkelbolzen 3 und das Schwenklager 4 haben vom Boden des Gelenkgehäuses 2 einen Abstand. In dem so gebildeten Zwischenraum ist ein Drehwinkelsensor 10 mit einem ersten Bauteil 11 und einem zweiten Bauteil 12 angeordnet, die aus einem nicht magnetisierbaren Werkstoff bestehen, z. B. Aluminium, Bronze, Kupfer, oder einem Kunststoff. Das zweite Bauteil 12 ist mit einer Schraube 16 am Achsschenkelbolzen 3 befestigt und trägt einen oder mehrere Magnete 13, 14, 15, die mit einem geringen axialen Abstand an Reedkontakten S1 bis S12 vorbei geführt werden. Das erste Bauteil 11 trägt die Reedkontakte S. Diese sind berührungsfrei durch Magnete betätigte Schalter, die völlig gegenüber der Umgebung gekapselt sind und daher schmutz- und feuchtigkeitsempfindlich sind. Von den Reedkontakten S führt ein Anschlußkabel 17 durch einen Kanal 18 zu einem nicht näher dargestellten Steuergerät.

Das zweite Bauteil 12 ist im Gelenkgehäuse 2 befestigt. Es kann auch topfförmig ausgebildet sein, so daß die Reedkontakte S sowohl axial zu den Magneten 13—15 als auch in der zylindrischen Wand angeordnet werden können. Dafür sind zusätzliche, radial ausgerichtete Magnete vorgesehen.

Fig. 2 zeigt in einem scheibenförmigen, ersten Bauteil 11 angeordnete Reedkontakte 1 bis 12, die einen Meßbereich von ca. 247,5° abdecken. Ein Magnet 13 überstreicht die Reedkontakte S nacheinander, wobei zumindest immer ein Reedkontakt S geschaltet ist. Bewegt sich der Magnet 13 im Gegenuhrzeigersinn, schaltet er nach dem ersten Reedkontakt S1 den zweiten Reedkontakt S2 usw.

An Hand der Fig. 3 werden verschiedene Schaltversionen erläutert. Die Fig. 3 zeigt einen Spannungsteiler mit zwölf in Reihe geschalteten Widerständen R1 bis R12 zwischen Anschlußklemmen 19 und 20 für eine Versorgungsspannung. Die Reedkontakte S1—S12, die parallel zueinander angeordnet sind, greifen im geschalteten Zustand Teilspannungen zwischen den Widerständen R1 bis R12 ab und erzeugen so an einem Ausgang drehwinkelabhängige Teilspannungssignale U1 für ein Steuergerät.

Zunächst werden nur die genannten Widerstände R1 bis R12 betrachtet. Bei geschaltetem Reedkontakt S1 entspricht das Teilspannungssignal U1 dem Spannungsabfall an dem Widerstand R1; bei geschaltetem Reedkontakt S2 dem Spannungsabfall an den Widerständen R1 und R2, und zwar sobald der Reedkontakt S1 öffnet. Um zu jeder Zeit eindeutige drehwinkelabhängige Teil-

spannungssignale U1 zu erhalten, ist es erforderlich, die Reedkontakte S überschneidend zu schalten, so daß immer mindestens ein Reedkontakt S geschaltet ist. Entsprechend werden die übrigen Reedkontakte S geschaltet. Somit ist die Position des Magneten 13 und damit der Drehwinkel in elf Stufen des Meßbereichs bestimmt.

Mit zusätzlichen Widerständen R21 bis R32, die parallel zueinander angeordnet und den Reedkontakten S nachgeschaltet sind, läßt sich die Auflösung des Meßbereichs durch weitere elf Zwischenstufen verfeinern. Bei dieser Anordnung ergibt sich z. B. ein Zwischenwert für das Teilspannungssignal U1 zwischen der ersten und zweiten Stufe, wenn die Reedkontakte S1 und S2 zusammen geschlossen sind.

Die erste Stufe wird bei dieser Variante durch den Spannungsabfall an den Widerständen R1 und R21 bestimmt, die Zwischenstufe durch den Spannungsabfall an dem durch die Widerstände R1, R2, R21 und R22 gebildeten Ersatzwiderstand

$$R_{ers} = R1 + 1/(1/R21 + 1/R2 + R22).$$

Die zweite Stufe wird bestimmt durch den Spannungsabfall an den Widerständen R1, R2 und R22. Die weiteren Stufen ergeben sich nach dem gleichen System.

Fig. 4 zeigt die Anordnung von Reedkontakten S am Umfang eines zylindrischen Bauteils in einer Abwicklung. Die Anzahl der möglichen Schaltungen sind gleich. Allerdings können auf dem Umfang des äußeren Bauteils mehr Reedkontakte S untergebracht werden als auf einer Scheibe mit gleichem Durchmesser.

Eine kombinierte oder mehrreihige Anordnung von Reedkontakten S läßt eine noch feinere Auflösung des Meßbereichs zu. Dabei werden je zusätzlicher Reihe zusätzliche Magnete verwendet. Entweder sind die Reihen der Reedkontakte S oder die ihnen zugeordneten Magnete 13 phasenversetzt zueinander angeordnet.

Ist der gewünschte Meßbereich kleiner als 180°, z. B. 90° und weniger, wie es für den Lenkwinkel bei Fahrzeugen der Fall ist, dann können zur feineren Auflösung des Meßbereichs in entsprechenden, weiteren Kreissektoren des Drehwinkelsensors 10 Reedkontakte angeordnet werden, die durch zusätzliche Magnete 14 und 15 geschaltet werden. Die Magnete 13, 14 und 15 sowie die Reedkontakte S1 bis S12 sind so zueinander angeordnet, daß nacheinander abwechselnd ein Reedkontakt S der verschiedenen Kreissektoren überschneidend geschaltet werden. Fig. 5 zeigt eine Anordnung mit drei Kreissektoren 21 bis 23.

Um die Magnete 13 bis 15 zueinander und zu den Reedkontakten S genau justieren zu können, ist es zweckmäßig ihre Position einzeln und/oder gemeinsam einstellbar zu gestalten, indem ihre Drehwinkellage stufenlos oder in diskreten Winkelwerten verstellbar ist, z. B. kann das zweite Bauteil 12 nach dem Lösen der Schraube 16 entsprechend verdreht werden. Ferner können die Winkel untereinander durch mehrere zur Auswahl stehender Aufnahmebohrungen verändert werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Achsbrücke
- 2 Gelenkgehäuse
- 3 Achsschenkelbolzen
- 4 Schwenklager
- 5 Einstellscheibe

6 Schraube  
 7 Schmiernippel  
 8 Radnabensträger  
 9 Kassettendichtung  
 10 Drehwinkelsensor  
 11 erstes Bauteil  
 12 zweites Bauteil  
 13 Magnet  
 14 Magnet  
 15 Magnet  
 16 Schraube  
 17 Anschlußkabel  
 18 Kanal  
 19—20 Anschlußklemme  
 21—22 Kreissektor  
 S1—S12 Reedkontakt  
 R1—R32 Widerstand  
 U1 Teilspannungssignal

## Patentansprüche

1. Drehwinkelsensor (10), bei dem ein Spannungsteiler ein vom Drehwinkel abhängiges Teilspannungssignal (U1) erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf einem ersten Bauteil (11), zu dem mit geringem Spiel ein zweites Bauteil (12) drehbar gelagert ist, in definierten Winkelabständen Reedkontakte (S) angeordnet sind, die von Magneten (13, 14, 15) am zweiten Bauteil (12) geschaltet werden und je nach Drehwinkel, ein oder mehrere Widerstände (R) in dem Spannungsteiler zuschalten.
2. Drehwinkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Bauteil (11) feststeht.
3. Drehwinkelsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reedkontakte (S) und die Magnete (13, 14, 15) in scheibenförmigen Bauteilen (11, 12) aus antimagnetischem Werkstoff angeordnet sind.
4. Drehwinkelsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reedkontakte (S) und die Magnete (13, 14, 15) in coaxialen, zylindrischen Bauteilen angeordnet sind.
5. Drehwinkelsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Reedkontakte (S) in dem äußeren, feststehenden Teil angeordnet sind.
6. Drehwinkelsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Meßbereich kleiner als 180° die Reedkontakte (S) auf zwei oder mehreren entsprechenden Kreissektoren (21, 22) angeordnet sind und durch zwei oder mehrere Magnete (13—15) betätigt werden, die phasenverschoben zueinander die Reedkontakte (S) schalten.
7. Drehwinkelsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reedkontakte (S) in axial bzw. radial versetzten Reihen angeordnet sind.
8. Drehwinkelsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler eine Anzahl in Reihe geschalteter Widerstände (R1—R12) hat, zwischen denen drehwinkelabhängige Teilspannungssignale (U1) über parallel angeordnete Reedkontakte (S1—S12) und nachfolgende parallel zueinander angeordnete Widerstände (R21—R32) abgegriffen werden, wobei von Stufe zu Stufe alternierend die Reedkontakte (S1—S12) einzeln oder zusammen mit einem Reedkontakt (S) der nächsten Stufe geschaltet werden.

9. Drehwinkelsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem Gelenkgehäuse (2) einer Fahrzeugachse angeordnet ist, wobei das erste Bauteil (11) mit den Reedkontakten (S) in dem Gelenkgehäuse (2) und das zweite Bauteil (12) mit den Magneten (13, 14, 15) an einem Achsschenkelbolzen (3) befestigt ist und ein Anschlußkabel (17) durch einen Kanal (18) in Gelenkgehäuse (2) vom ersten Bauteil (11) zu einem Steuergerät führt.

10. Drehwinkelsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Magnete (13—15) zueinander und/oder zu der Lage der Reedkontakte (S1—S12) einzeln oder zusammen einstellbar ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

